

J/

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-271746
 (43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl. G02B 6/13
 G02B 6/12

(21)Application number : 07-076164 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
 <NTT>

(22)Date of filing : 31.03.1995

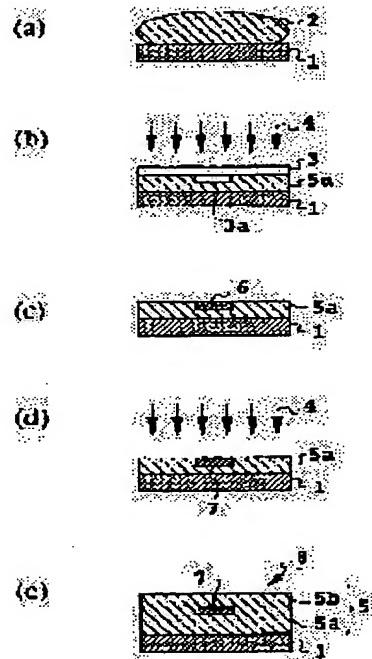
(72)Inventor : TOMARU AKIRA
 IMAMURA SABURO
 AMANO MICHYUKI

(54) OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical waveguide which is an inexpensive and easily producible, is a waveguide for high-performance optical elements, etc., is particularly a waveguide for single mode and is easily optically couplable with low loss to another optical parts with positioning accuracy of several μm order or below and a production method thereof.

CONSTITUTION: The core 7 of the optical waveguide having at least the core 7 and a clad which encloses the core 7 and has the refractive index lower than the refractive index of the core 7 is formed by photosetting or thermally curing a mixture composed of a monomer or oligomer having an epoxy ring and a polymn. initiator. Otherwise, the core 7 is formed by photosetting or thermally curing a mixture composed of a monomer or oligomer having an unsatd. group and a polymn. initiator. The core 7 is formed by photosetting or thermally curing a mixture composed of a monomer or oligomer having a siloxane bond and a polymn. initiator and the viscosity of this mixture is preferably $\leq 10000\text{cps}$ at room temp.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

[of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-271746

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl.
G 0 2 B 6/13
6/12

識別記号

府内整理番号

F I
G 0 2 B 6/12

技術表示箇所
M
N

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全7頁)

(21) 出願番号

特願平7-76164

(22) 出願日

平成7年(1995)3月31日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 都丸 晓

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72) 発明者 今村 三郎

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72) 発明者 天野 道之

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

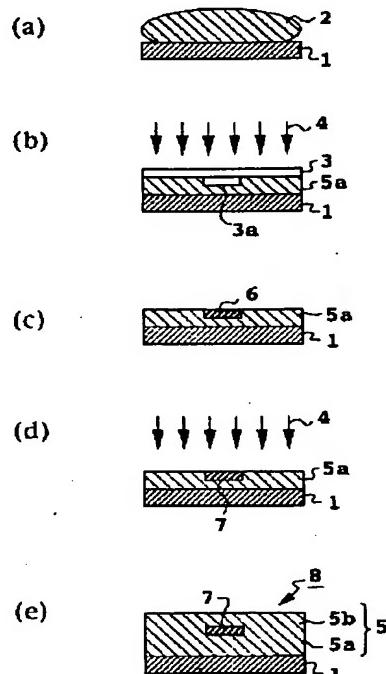
(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光導波路およびその作製法

(57) 【要約】

【目的】 安価で簡便に作製可能であり、しかも高性能な光学素子等の導波路、特に単一モード用導波路であつて、数 μm オーダー以下の位置合わせ精度で他の光部品と容易にかつ低損失で光結合が可能な光導波路およびその作製法を提供することにある。

【構成】 コアと、該コアを囲み該コアよりも低屈折率のクラッドとを少なくとも有する光導波路において、コアはエポキシ環を有するモノマーあるいはオリゴマーと重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものであり、または、コアは不飽和基を有するモノマーあるいはオリゴマーと重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものであり、コアはシロキサン結合を有するモノマーあるいはオリゴマーと重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものであり、混合物の粘度が、室温において10000 cps以下であることが望ましい。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 コアと、該コアを囲み該コアよりも低屈折率のクラッドとを少なくとも有する光導波路において、前記コアは、エポキシ環を有するモノマーあるいはオリゴマーと重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものであることを特徴とする光導波路。

【請求項2】 コアと、該コアを囲み該コアよりも低屈折率のクラッドとを少なくとも有する光導波路において、前記コアは、不飽和基を有するモノマーあるいはオリゴマーと重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものであることを特徴とする光導波路。

【請求項3】 コアと、該コアを囲み該コアよりも低屈折率のクラッドとを少なくとも有する光導波路において、前記コアは、シロキサン結合を有するモノマーあるいはオリゴマーと重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものであることを特徴とする光導波路。

【請求項4】 前記混合物の粘度が、室温において10000cps以下であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかの項に記載の光導波路。

【請求項5】 所望のコアの形状を有する成型用の型を用い、かつ光硬化性のコア用原料を主とした光学材料を光照射あるいは加熱により硬化させてコアを形成する工程を有する光導波路の作製法において、

該成型用の型が光透過性を有し、該光照射が該成型用の型を通して行われることを特徴とする光導波路の作製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信分野、光情報処理分野において使用される光デバイス等に使用可能な光導波路およびその作製法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の導波路型光学素子等の光導波路は、石英ガラス、あるいはLiNbO₃等の誘電体結晶を材料として用いて作製されている。その作製には、微細加工を必要するため、LSIプロセスでよく用いられるフォトリソグラフィ、ドライエッチングプロセス等が組み合わされていた。これについては、河内正夫氏によるOptical and Quantum Electronics 22巻391ページ(1990年)が参考となる。

【0003】しかし、従来の作製法はその製造プロセスが繁雑であり、使用される作製装置が高価なことから、大量生産には適さず、安価な素子等の光導波路を作製できないという欠点があった。

【0004】また、従来の作製法により素子等の光導波路を作製しても、その後に光ファイバ等の他の光部品と

10

20

30

40

50

光結合を行う際に精密な調整を要するため、大量生産には適していないという問題がある。

【0005】さらに、近時、より安価な材料や高分子材料を用いて光導波路を作製することも行われている。これについては、今村氏他によるElectronics Letters 27巻1342ページ(1991年)が参考となる。しかし、作製法としてガラス導波路と同様な導波路作製法を用いることと、基板1枚ごとに同じパターンニング工程を繰り返す必要があること、エッティング装置が高価なこと等のため、材料的には安価であっても全体のプロセスコストはガラス導波路と同程度を要し、結果として安価とはならないという欠点がある。また、この場合にも、導波路を作製したとしても、その後に光ファイバ等の他の光部品と光結合を行う際に精密な調整を要するため、やはり大量生産には適していないという問題がある。

【0006】そこで、プロセスコストを下げるため、あるいは光結合の繁雑さを避けるため、金型の転写による射出成形等の高分子成形法により高分子導波路を作製する方法も提案されている。これは大量生産に適した作製法ではあるが、数μmオーダーの加工精度が要求される単一モード導波路の作製においては十分な光学特性を有する導波路が実現できない欠点があった。

【0007】また、このような高分子成形法によりSi基板に施したV溝加工を基にして作製した金型を用いて、そのV溝を高分子導波路と一体化して作製し、そのV溝に配される光ファイバとの結合を簡便にして光学素子等の導波路作製に関わるコストを下げるという考えも提案されている。しかし、特に単一モード導波路と単一モード光ファイバとの結合では数μmオーダー以下の位置合わせ精度が特に要求されるため、十分に低い結合損失を有する導波路を作製できない欠点があった。これらはいずれも主に成形時に用いる金型寸法と成形後の高分子部分の転写寸法とが大きく異なることに起因する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の第1の目的は、安価で簡便に作製可能であり、しかも高性能な光学素子等の導波路、特に単一モード用導波路であって、数μmオーダー以下の位置合わせ精度で他の光部品と容易にかつ低損失で光結合が可能な光導波路を提供することにある。

【0009】本発明の第2の目的は、かかる光導波路の効率的な作製法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明において上記課題を解決するための要因について簡単に説明する。

【0011】(1) 光学素子等の光導波路を作製する導波路作製プロセスにおいては、大掛かりな装置を用いず、大量生産に適した加工法を用いること、(2) 材料コストが低く、加工が容易な高分子材料を用いること、

材料層6の余剰部分がある場合にはドライエッティング等により除去する。

【0028】次に、(e)に示すように、硬化膜5および7の上に塗布層2と同様の材料を塗布した後、光照射により上部クラッドとなる硬化膜5bを形成してコアと上下クラッドとから構成された目的の導波路型の光学素子8を得ることができる。

【0029】次に、図2を参照して上記実施例の変形例を説明する。

【0030】まず、図2の(a)は図1の(a)と同一の状態を示している。本変形例では、図1の(b)における長尺凸部3aを有する型3を用いずに、図2の(b)に示すように塗布層2を光照射あるいは加熱により硬化させて下部クラッドとなる硬化膜5aとする。一方、型9の上部に形成された長尺凹部9a内にコア材料を収容し、コア材料層6を形成する。このコア材料としては前述と同様に硬化時に硬化膜5aより屈折率の高くなる室温で流動性を示すモノマーあるいはオリゴマーを挙げることができる。このコア材料も、前述したように、溝内への挿入困難性等を考慮してその粘度は100 00 cps以下が望ましい。

【0031】次に、(c)に示すように硬化膜5aを下側にした状態で基板1を型9上に載せ、型9が透明性であれば、型9の下方から光照射し、または加熱してコア材料層6を硬化させてコアリッジ10を形成する。型9を取り除くと、(d)に示すように、コアリッジ10が硬化膜5a上に突出するよう露出する。次に、このコアリッジ10および硬化膜5aの上に塗布層2を形成する材料と同様の材料を塗布し、光照射あるいは加熱により硬化させて上部クラッドとなる硬化膜5bを形成する。このような各工程を経て、(e)に示すように、コアと上下クラッドとから構成された目的の導波路型の光学素子8を得ることができる。

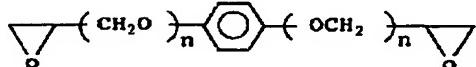
【0032】以下、具体的な例を挙げて本発明を詳細に説明する。

【0033】(実施例1) 本発明の光導波路の作製法について説明する。図3に示したのはその作製手順である。

【0034】まず、(a)に示すように、基板21を用意し、この上にスピンドルコート法により下部クラッド材料としてエポキシ系UVモノマー(粘度1000 cps)を塗布し、塗布層22を形成する。この塗布材料の主成分は次の一般式

【0035】

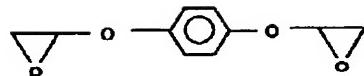
【化1】



【0036】(ここで、nは0以上の整数である)で表されるか、あるいは次の一般式

【0037】

【化2】



【0038】で表される。この塗布層22の上には、(b)に示すようにガラス性の型24を被せる。この型24は、その下側に幅10 μm、高さ10 μm、長さ50 mmの凸部24aを有するものである。塗布層22上に型24を被せた状態で、紫外線照射25により塗布層22を光硬化させ、(c)に示すように導波路の下部クラッド23aを形成する(屈折率n=1.51、波長1.31 μm)。この下部クラッド23aの上には、型24の凸部24aの形状に従って凹部が形成される。

【0039】次に、(d)に示すように、この下部クラッド23aの凹部内に、塗布層22を形成する材料の主成分と同一の主成分を有し、コア材料となるエポキシ系UVモノマー材料(粘度100 cps)を挿入してコア材料層26を形成する。この際、コア材料のモノマーの粘度が100 cps以下のものを選ぶと、ほぼ溝(凹部)のみに挿入でき、はみ出した材料の除去工程を省略することができる。

【0040】次に、(e)に示すように、紫外線照射によりモノマーのコア材料層26を光硬化させて、コア27を形成する。このコア27は、幅7 μm、高さ7 μmの寸法を有している(屈折率n=1.52、波長1.31 μm)。

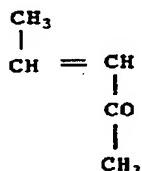
【0041】次に、(f)に示すように、コア27および下部クラッド23aの上に、塗布層22を形成する材料と同一の材料であるエポキシ系UVモノマーを塗布し、紫外線照射により硬化させて上部クラッド23bを形成する。これにより、コアと上下クラッドとから構成された光導波路28を作製することができる。

【0042】得られた光導波路28についてLD光源(波長1.31 μm)を用いて導波路損失を測定したところ、導波路損失は0.3 dB/cmであった。

【0043】(実施例2) コア材料および上下クラッド材料の主成分として下記の不飽和基を有するモノマーを用いた以外は、実施例1と同様の作製法により導波路型の光学素子を作製したところ、導波路損失は0.1 dB/cmであった(クラッド屈折率n=1.47、コア屈折率n=1.48、コア幅7 μm、高さ7 μm)。

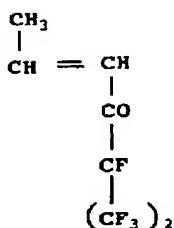
【0044】

【化3】



【0045】

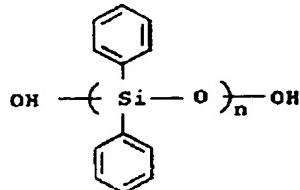
【化4】



【0046】(実施例3)コア材料および上下クラッド材料の主成分として下記のシロキサン結合を有するモノマーを用いた以外は、実施例1と同様の作製法により導波路型の光学素子を作製したところ、導波路損失は0.1 dB/cm(波長1.3 μm)、0.5 dB/cm(波長1.55 μm)であった(クラッド屈折率n=1.50、コア屈折率n=1.51、コア幅7 μm、高さ7 μm)。なお、シロキサン結合を有するモノマーを下記の一般式で表すが、式中、nは自然数である。

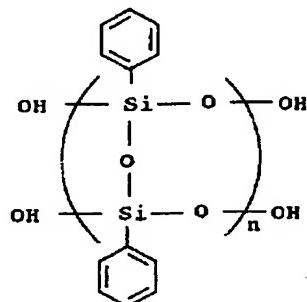
【0047】

【化5】



【0048】

【化6】



【0049】(実施例4)本発明方法によるV溝付導波路の作製法について説明する。図4に示したのはその作製手順である。

【0050】まず、(a)に示すように、基板30を用意し、この上にエポキシ系UVモノマーを塗布し、塗布層31を形成する。

【0051】一方、(b)に示すように、ガラス性の型32を用意する。この型32は、その下側の一部にV字形状凸部33を有するものである。この凸部33は、開き角60°、高さ150 μm、幅170 μm、長さ20 mmの寸法を有している。

【0052】次に、(c)に示すように、型32を塗布

10

層31上に被せ、型32の上方からUV光源により紫外線照射34を行って露光し、光硬化させ、下部クラッド

(屈折率n=1.51、波長1.31 μm)35aを形成する。塗布層31は型32の下側の凸形状に従って硬化し、下部クラッド35aの上面にV溝36が形成される。このV溝36は、開き角60°、高さ150 μm、長さ20 mmの寸法を有している。

【0053】他方、(d)に示すように、他の型37を用意する。この型37の下側には、型32の凸部33と同寸法の凸部38が形成され、この凸部38の中央側の端部から凸部38の長さ方向に沿って延びる細溝部39が形成されている。この細溝部39は、深さ10 μm、幅10 μm、長さ40 mmの寸法を有している。

【0054】次に、(e)に示すように、型37の細溝部39にコアとなるエポキシ系UVモノマー300を挿入すると共に、(c)に示したように基板30の下部クラッド35aを密着させる。次いで、(f)に示すように、型37の下方から光照射してモノマー300を硬化させ、コアリッジ301を下部クラッド35a上に密着した状態で形成する。この際、下部クラッド35aの上に形成されていたV溝36と型37のV字形状凸部38とを正確に合わせることにより、(f)に示すように幅10 μm、高さ10 μmのコアリッジ(屈折率n=1.52、波長1.31 μm)301をV溝36の位置に合わせて作製する。

【0055】次に、(g)に示すように、再びエポキシ系UVモノマー31を塗布し、光照射により硬化させて上部クラッド35bを形成する。これにより、コアリッジ301、上下クラッド35aおよび35bを含むV溝付導波路302を作製することができる。この導波路302のV溝36には、光ファイバを固定することができるが、V溝36がコアリッジ301と一緒に形成されているので、その光ファイバとコアリッジ301との光結合に際し、その位置決めを容易にかつ低接続損失で行うことができる。なお、本実施例において、光ファイバを挿入する溝形状としてV溝を用いたが光ファイバが挿入できる形状であればV溝でなくてもよいことは勿論である。

【0056】得られた導波路302の外観を図4の(h)に示す。このV溝36に光ファイバを固定し、LD光源(波長1.31 μm)を用いて導波路損失を測定したところ、ファイバとの接続損失は0.2 dB、導波路損失は0.3 dB/cmであった。

【0057】なお、上記実施例のいずれにおいても光硬化剤を用いた光導波路の作製例を示したが、熱により重合させる場合は重合開始剤の種類を変えることにより同様な作製が行える。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、安価で簡便に作製可能であり、しかも高性能な光学素子

40

等の導波路、特に単一モード用導波路であって、数 μm オーダー以下の位置合わせ精度で他の光部品と容易にかつ低損失で光結合が可能な光導波路を提供することができる。

【0059】また、本発明によれば、光導波路と光ファイバ固定用の溝とが一体に設けられているので、その溝に固定された光ファイバと光導波路との光結合を精度よく、簡便に低損失で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(e)は、それぞれ本発明の光導波路の作製法の一実施例における各工程を示す断面図である。

【図2】(a)～(e)は、それぞれ本発明の光導波路の作製法の他の実施例における各工程を示す断面図である。

【図3】(a)～(f)は、それぞれ本発明の光導波路の作製法のさらに他の実施例における各工程を示す図であって、(a)は断面図であり、(b)～(f)は斜視図である。

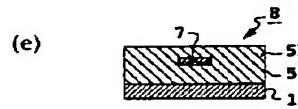
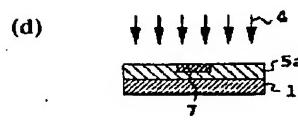
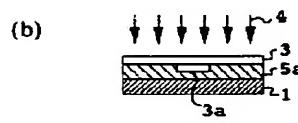
【図4】(a)～(h)は、それぞれ本発明の光導波路の作製法の他の実施例における各工程を示す図であって、(a)、(c)、(e)～(g)は断面図であり、(b)、(d)および(h)は斜視図である。

【符号の説明】

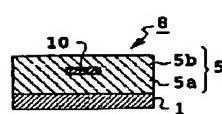
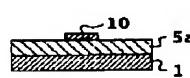
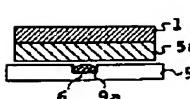
- 1 基板
- 2 室温で流動性を示すモノマーあるいはオリゴマー
- 3 成形用の型
- 4 光照射あるいは加熱
- 5 a 下部クラッド
- 5 b 上部クラッド

- 6 コア材料層
- 7 コア
- 8 導波路型の光学素子
- 9 成形用の型
- 9 a 四部
- 10 コアリッジ
- 21 基板
- 22 エポキシ系UVモノマー
- 23 a 下部クラッド
- 23 b 上部クラッド
- 24 成形用の型
- 25 光照射
- 26 コア材料層
- 27 コア
- 28 直線導波路
- 30 基板
- 31 エポキシ系UVモノマー
- 32 成形用の型
- 33 V字形状凸部
- 34 紫外線照射
- 35 a 下部クラッド
- 35 b 上部クラッド
- 36 V溝
- 37 成形用の型
- 38 V字形状凸部
- 39 細溝部
- 300 コア材料
- 301 コアリッジ
- 302 V溝付導波路

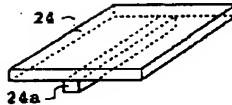
【図1】



【図2】

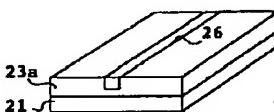
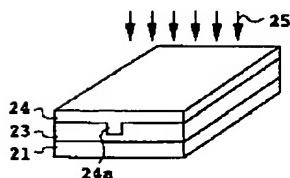


【図3】



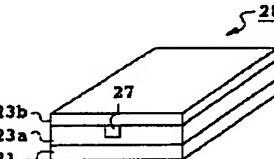
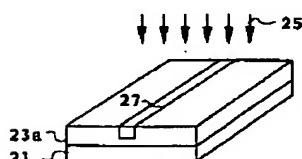
(a)

(b)



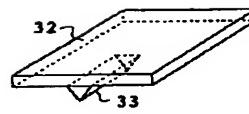
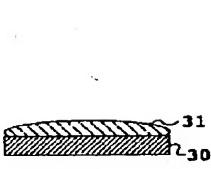
(c)

(d)



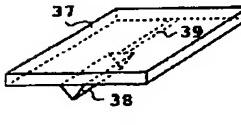
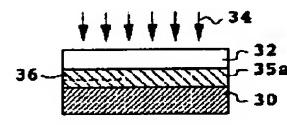
(e)

(f)



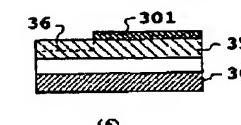
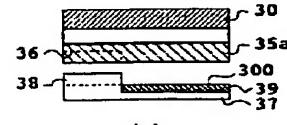
(a)

(b)



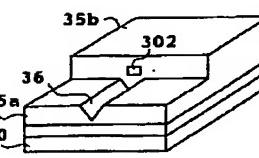
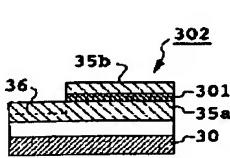
(c)

(d)



(e)

(f)



(g)

(h)